

ペットボトルロケット ～2段式への道～

地球物理班：大橋 亮太 久保 凜太朗 石村 啓行
植村 耕平 藤井 涼晟

1. はじめに

僕たちは、1段式ペットボトルロケットを飛ばすことが出来たので、より飛距離をのぼそうと考え、空中で分離し、その分離した上部がさらに飛んでいくという2段式ペットボトルロケットを開発しようと考えた。

また、落下時の機体への衝撃を和らげるためにパラシュートの装着を考え、そして、このパラシュートを用いて空気の抵抗率を調べようと考えた。

2. 2段式ペットボトルロケット

(1)分離の仕組み

- ①1段目に接続されたポンプから送られた圧縮空気はホース下部バルブ内で稼働するバルブ金具を押し上げてホースに入る。
- ②ホース内の圧力が2段目ボトル内に圧力より2気圧以上増すと、丈夫バルブ金具の虫ゴム弁を押し上げて圧縮空気は2段目ボトル内へ入っていく。
- ③ホース内の圧力は2段目ボトル内より常に2気圧高い圧力で満たされるためホースは2気圧の圧力差で膨張して2段目ボトルをしっかりと内側から保持する。
- ④今、ロケットが発進して1段目ボトル内の圧力が減り始めるとホース下部のバルブ金具は圧力差で下に落ちて下部バルブを閉鎖してしまう。そのため1段目ボトル内の圧力の減少に関係なくホース内の圧力一定に保たれる。そして、ホースは膨張した状態を保ち、2段目はしっかりと1段目に固定された状態で上昇していく。
- ⑤水がどんどん噴出されて、1段目ボトル内の圧力がホース内の圧力より2気圧以上下がると、下部バルブ金具の虫ゴム弁を押し広げてホース内の空気が1段目ボトル内へ逃げ出す。
- ⑥ホースは一気に収縮して2段目が分離して飛び出す。この時点は、1段目ボトル内の水がなくなったときである。

(2)飛ばした結果

空気漏れがしており、打ち上げには成功したが上空でうまく分離できなかった。

(3)考察

機体は飛んだものの下段とホースの接続部分で空気漏れが起こり、うまく上部と下部を固定できなかったと考えられる。

(4)まとめ

ホースバンドという器具を用いて、ホースをしめつけ空気漏れを防ごうとした。しかし、この方法では空気漏れを防ぐことが出来なかった。

3. パラシュート付きペットボトルロケットについて

(1) 仕組み

- ①基本構造は1段式ペットボトルロケットと同様で、落下時の衝撃を防ぐためのパラシュートが内蔵されている。
- ②パラシュートは綿100%、1辺の長さ30cmの正八角形で、ロケットにはタコ糸で接続した。
- ③ロケットの接続部はロケット上部を下部に乗せ、落ちないように囲いで固定した。
- ④パラシュートは上部に固定せず内蔵させ、ロケットの上部と下部はタコ糸で繋いだ。

(2) 飛ばした結果

パラシュート付きペットボトルロケットの打ち上げに成功し、着地による衝撃を大幅に軽減することができた。そこで、これを用いて以下の手順によって空気の粘性係数を求めようと考えた。

まず、発射地点から30mの3点をA、B、Cとし、その3点から下の表の数値を測定した。次に、A、B、Cから最高点を見上げた角の平均値を θ とし、最高点の高さ $H = 30 \tan \theta$ を求めた。重力加速度を g とし、最高点からパラシュートが開くまでは自由落下と考えられるので、 h を $h = \frac{1}{2} g T^2$ で求めた。そして、終端速度 V_f とし、パラシュートが開いてから地面までロケットが等速直線運動すると考え、 $H - h = V_f t$ より V_f を求めた。そして、空気の粘性抵抗の比例係数を K 、ロケットの質量を m とし、 K を $mg = K V_f$ を用いて求めた。

表 13回施行の平均値

	平均
発射から最高地点(s)	3.4
T: 最高地点からパラシュートが開くまで(s)	1.9
t: パラシュートが開いてから落下するまで(s)	8.3
A地点から最高点の角(θ_a)	68
A地点からパラシュートが開くまでの角(θ_a)	30
B地点から最高点の角(θ_b)	67
B地点からパラシュートが開くまでの角(θ_b)	30
C地点から最高点の角(θ_c)	68
C地点からパラシュートが開くまでの角(θ_c)	30
K	0.43

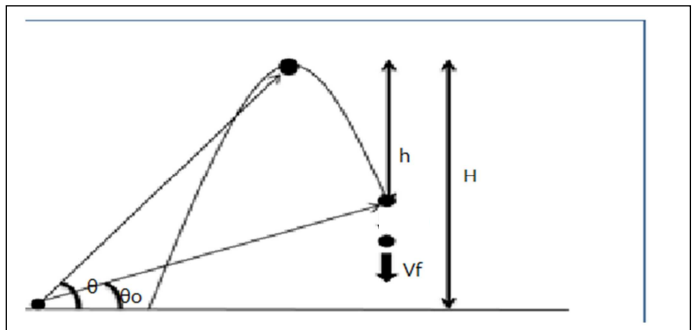


図 ロケットの軌道

(3) 考察

$K = \frac{mg}{V_f}$ より、 $K=0.43\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}$ を得た。Kの値が大きいほど V_f が小さくなると考えられ、地面に落下した時の衝撃を和らげられると考えた。今回測定したKは制作したパラシュート固有のものであると考えられるので、今後はパラシュートの面積とKの値の関係を考えていきたい。

4. まとめ

2段式ポットバトルロケットを上手く打ち上げることはできなかったが、2段式ペットボトルをどのようにしたら打ち上げることが出来るのかを、自分たちの力で試行錯誤することで物理的思考を身につけることができた。